



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①⑫ Offenlegungsschrift
①⑩ DE 44 06 500 A 1

⑤① Int. Cl.®:
H 02 M 7/48
H 04 M 19/02

②① Aktenzeichen: P 44 06 500.0
②② Anmeldetag: 28. 2. 94
④③ Offenlegungstag: 31. 8. 95

DE 44 06 500 A 1

⑦① Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

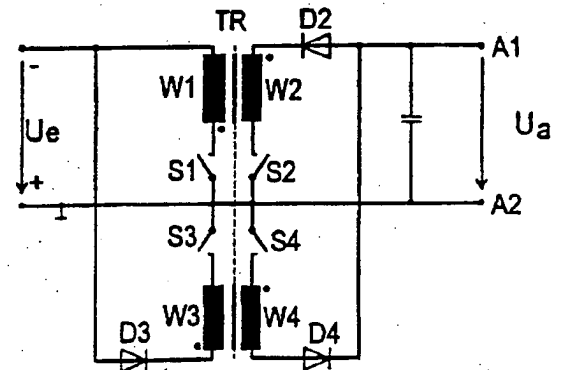
⑦② Erfinder:
Wiggers, Rainer, Dipl.-Ing., 17498 Dersekow, DE;
Neuman, Joachim, Dipl.-Ing., 17489 Greifswald, DE;
Cierpka, Ralf, Dipl.-Ing., 17489 Greifswald, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	29 32 068 C2
DE	32 26 752 A1
FR	26 84 500 A1
US	47 72 994
US	41 74 467
US	39 86 097
US	35 17 300
EP	00 13 332 A1
WO	93 19 516

⑤④ Schaltungsanordnung zur verlustarmen Erzeugung einer Wechselspannung

⑤⑦ Die Schaltungsanordnung enthält einen Schaltumrichter (TR, S1, C) und Schalter (S1 bis S4; SS1 bis SS4) mit denen die Wirkungsrichtung umkehrbar ist, und eine Steuerung (ST), die die Auf- und Entladung eines Ladekondensators (C) steuert.



DE 44 06 500 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 07. 95 508 035/273

8/28

Die Anordnung betrifft eine Schaltungsanordnung zur verlustarmen Erzeugung einer Wechselspannung.

Für die unterschiedlichsten Anwendungsfälle ist es erforderlich, aus einer Gleichspannung eine Wechselspannung zu erzeugen. Für Stromversorgungszwecke werden sogenannte Wechselrichter verwendet. Bei einem Gegentakt-Wechselrichter werden abwechselnd Gleichströme durch verschiedene Teile einer Wicklung mit einer Mittelanzapfung geschaltet. Bei der meist gewünschten Frequenz von 50 Hz weist der erforderliche Transformator — natürlich auch abhängig von der benötigten Leistung — erhebliche Abmessungen auf. Außerdem ist es schwierig, bei unterschiedlichen Verbrauchern eine gewünschte Kurvenform beizubehalten.

Zu Signalisierungszwecken in Fernsprechanlagen wurde bisher ein zentral angeordneter Wechselspannungsgenerator verwendet, der die erforderlichen Spannungen an die einzelnen Baugruppen weiterleitet, die diese dann lediglich durchschalten. Muß dagegen die gelieferte Wechselspannung transformiert oder selber erzeugt werden, beispielsweise eine 25 Hz-Rufspannung, dann erreichen die Transformatoren und gegebenenfalls erforderliche Kapazitäten aufgrund der niedrigen Frequenzen bereits erhebliche Abmessungen.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Schaltungsanordnung zur Erzeugung einer Wechselspannung mit geringer Verlustleistung und geringen Bauteilabmessungen anzugeben.

Diese Aufgabe wird durch eine Schaltungsanordnung gemäß Anspruch 1 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Besonders vorteilhaft ist die Verwendung von Schaltungrichtern zur Erzeugung der gewünschten Wechselspannung durch eine geregelte Ladung und Entladung eines Kondensators. Durch hohe Schaltfrequenzen sind nur kleine Induktivitäten für die Transformatorwicklungen erforderlich und es können beachtliche Leistungen über kleine Transformatoren übertragen werden. Selbstverständlich kann die erzeugte Spannung auch einen Gleichspannungsanteil aufweisen.

Ein besonderer Vorteil ergibt sich durch das angewendete Regelprinzip. Die Vergleichsspannung bestimmt unabhängig von der Art der angeschalteten Verbraucher die Ausgangsspannung (oder den Ausgangsstrom). Da diese allein von der Referenzspannung abhängig ist, können Ausgangsspannung (bzw. Ausgangsströme) mit praktisch beliebiger Kurvenform erzeugt werden.

Besonders zweckmäßig ist der Einsatz von Sperrumrichtern, da diese nur einen minimalen Bauteilaufwand benötigen.

Im Prinzip ist nur ein einziger in zwei Richtungen betriebener Sperrumrichter mit einem Transformator, auch einem Spartransformator oder nur einer Induktivität, erforderlich. Da der Ladekondensator aber meistens mit einem negativen und einem positiven Potential geladen wird bzw. unterschiedliche Ladungen abgebaut werden, wäre ein erheblicher Schaltungsaufwand durch zahlreiche Umschalter erforderlich, um jeweils eine induzierte Spannung mit der gewünschten Polarität zu erzeugen.

Besonders vorteilhaft ist die Verwendung von jeweils zwei Primär- und zwei Sekundärwicklungen, von denen dann jeweils nur zwei Wicklung aktiv sind. In besonders vorteilhafter Weise sind alle Wicklungen auf einem ein-

zigen Transformator angeordnet.

Vorteilhaft können — je nach der erforderlichen Leistung auch Varianten mit insgesamt drei Wicklungen, davon zwei Primär- oder zwei Sekundärwicklungen sein, da hier bei gleichen Transformatorabmessungen größere Leiterdurchmesser für die Wicklungen verwendet werden können.

Besonders bei niedrigen Spannungen und hohen Strömen sollte die Schaltung so ausgeführt sein, daß im getakteten Stromkreis keine Verlustleistung an einer Diode erzeugt wird.

Um keine undefinierte Störstrahlung zu erhalten, ist es günstig, die Dauer der Stromimpulse bei einer konstanten Schaltfrequenz zu steuern.

Die Schaltungsanordnung eignet sich besonders zur Erzeugung von Zähl- und Rufspannungen in modernen Fernmeldeeinrichtungen, da sie zentrale Ruf- und Zählspannungsgeneratoren überflüssig macht, nur einen geringen Leistungsbedarf hat und geringe Abmessungen aufweist. Die Anwendungsmöglichkeiten sind aber nicht hierauf beschränkt.

Anhand von Prinzipschaltbildern und eines Blockschaltbildes wird die Erfindung näher erläutert.

Es zeigen

Fig. 1 eine Schaltungsanordnung mit vier Wicklungen,

Fig. 2 und 3 zwei Schaltungsvarianten mit drei Wicklungen,

Fig. 4 eine weitere Variante zur Erzeugung einer mit einer Gleichspannungskomponente versehenen Wechselspannung und

Fig. 5 zeigt ein Blockschaltbild zur Realisierung der Schaltungsanordnung nach Fig. 1 und

Fig. 6 ein Ausführungsbeispiel.

Die im Prinzipschaltbild der Fig. 1 dargestellte Schaltungsanordnung enthält einen Transformator TR mit zwei Primärwicklungen W1 und W3 und zwei Sekundärwicklungen W2 und W4. Eine erste Reihenschaltung der ersten Primärwicklung W1 und eines ersten Schalters S1 ist an eine Eingangsspannung U_e angeschlossen, deren positiver Anschluß mit dem Bezugspotential Masse verbunden ist. Die Sekundärwicklungen W2 und W4 bilden ebenfalls jeweils mit einem Schalter S2 bzw. S4 und einem Gleichrichter D2 oder D4 eine zweite und vierte Reihenschaltung, wobei in diesem Prinzipschaltbild jeweils ein Schalteranschluß auf dem Bezugspotential Masse liegt. Der nicht an einen Schalter geführte Wicklungsanschluß ist jeweils über einen der Gleichrichter, die Diode D2 bzw. einer entgegengesetzt eingeschalteten Diode D4, geführt, deren andere Anschlüsse zusammengeschaltet und mit einem Ladekondensator C verbunden sind. Die Sekundärwicklungen W2 und W4 weisen — bezogen auf das Bezugspotential Masse — einen unterschiedlichen Wicklungssinn auf.

Eine dritte Reihenschaltung eines dritten Schalters S3, der zweiten Primärwicklung W3 und einer in Sperrrichtung geschalteten Diode D3 ist ebenfalls zwischen dem Bezugspotential Masse und dem anderen Spannungsanschluß ' ' eingeschaltet. Der Wicklungssinn der zweiten Primärwicklung W3 ist — bezogen auf das Bezugspotential Masse — dem Wicklungssinn der ersten Primärwicklung W1 entgegengesetzt.

Die Schaltungsanordnung arbeitet in Vor- und Rückwärtsrichtung als Sperrumrichter. Der Ladekondensator C wird aufgeladen, indem bei geschlossenem Schalter S2 und geöffneten Schaltern S3 und S4 der erste Schalter S1 periodisch betätigt wird, wobei beispielsweise die Schließdauer geregelt wird. Beim Öffnen des

ersten Schalters induziert die in der Induktivität des Transformators gespeicherte Energie eine Spannung in der ersten Sekundärwicklung W2, die über die Diode D2 den Ladekondensator C negativ auflädt. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die Ausgangsspannung u_a den gewünschten aktuellen Wert erreicht hat. Wird — nach Erreichen eines Maximalwertes der Ausgangsspannung u_a — der Kondensator durch eine an die Ausgänge A1 und A2 angeschaltete Last nicht schnell genug entladen, so wird — bei geöffneten Schaltern S1 und S2 und bei geschlossenem Schalter S3 — die im Kondensator gespeicherte Energie durch periodisches Schließen und Öffnen des vierten Schalters S4 auf die Primärseite transformiert und über die zweite Primärwicklung W3 und die dritte Diode D3 in die Spannungsquelle U_e zurückgespeist.

Bei geöffneten Schaltern S2 und S3 und geschlossenem Schalter S4 wird dann durch periodisches Takten des ersten Schalters S1 der Ladekondensator C über die zweite Sekundärwicklung W4 und die für positive Spannungen in Durchlaßrichtung geschaltete vierte Diode D4 positiv aufgeladen.

Die Rückspeisung der Energie des positiv aufgeladenen Ladekondensators C erfolgt über die zweite Sekundärwicklung W2 und wieder die zweite Primärwicklung W3, wobei der erste Schalter S1 und der vierte Schalter S4 geöffnet sind. Durch den unterschiedlichen Wicklungssinn der ersten Sekundärwicklung W2 und der zweiten Sekundärwicklung W4 wird eine gleichgerichtete Spannung in der zweiten Primärwicklung W3 erzeugt, so daß die induzierte Spannung dieselbe Polarität aufweist und ebenfalls eine Rückspeisung der Energie zur Spannungsquelle erfolgt.

In Fig. 2 ist eine Variante der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung mit zwei Primärwicklungen W1 und W3 mit entgegengesetztem Wicklungssinn sowie einer einzigen Sekundärwicklung W2 dargestellt. Die Primärwicklungen sind über gesteuerte Schalter S1 und S2 zwischen dem Spannungsanschluß U_e und Masse eingeschaltet und jeweils über einen weiteren Schalter SS1 oder SS2 über eine in Sperrichtung geschaltete Diode D1 ebenfalls an Masse anschaltbar. Die Sekundärwicklung W2 ist über zwei entgegengesetzt gepolte Dioden D2 und D4, mit denen jeweils ein Schalter S3 oder S4 in Reihe liegt, mit Masse verbunden.

Die Erzeugung von Spannungen mit unterschiedlichen Polaritäten auf der Sekundärseite wird durch die beiden Primärwicklungen erreicht wobei einmal der Schalter S1 und das andere Mal der Schalter S2 periodisch getaktet wird. Auf der Sekundärseite wird jeweils der zugeordnete Schalter S3 oder S4 geschlossen, um die entsprechende Diode D2 oder D4 in Durchlaßrichtung einzuschalten. In der Gegenrichtung erfolgt die Energieübertragung durch periodisches Takten der Schalter S3 oder S4 in Abhängigkeit von der Polarität des im Ladekondensators gespeicherten Potentials. Über die Schalter SS1 und SS2 wird die induzierte Spannung mit der richtigen Polarität zur Rückspeisung der Energie über die Diode 3 gewählt.

In Fig. 3 ist eine weitere Variante mit drei Wicklungen, einer Primärwicklung W1 und zwei Sekundärwicklungen W2 und W4, dargestellt. Die Reihenschaltung der ersten Wicklung W1 und einer ersten in Sperrichtung geschalteten Diode D1 ist an die Eingangsspannung U_e angeschaltet. Parallel zur ersten Diode D1 liegt der erste getaktete Schalter S1.

Sekundärseitig sind die Wicklungen W2 und W4 jeweils in Reihe mit einer Diode D2 oder D4 und einem

ungetakteten Schalter SS2 bzw. SS4 geschaltet — wobei jeweils am Anschluß dieser Schalter mit dem Bezugspotential verbunden sind. Die zweiten Anschlüsse der Sekundärwicklungen sind zusammengeschaltet und an den Ladekondensator geführt. Die zweite Diode D2 und der Schalter SS2 ist durch einen getakteten Schalter S2 überbrückt, die vierte Diode D4 und der Schalter SS4 ist durch einen getakteten vierten Schalter S4 überbrückbar.

Soll der Ladekondensator C negativ aufgeladen werden, wird der Schalter SS2 geschlossen, soll der Ladekondensator positiv aufgeladen werden, wird der Schalter SS4 geschlossen.

Die Rückspeisung der Energie einer negativen Kondensatorladung erfolgt durch periodisches Takten des zweiten Schalters S2; die Rückspeisung der Energie des positiv geladenen Kondensators erfolgt über die Sekundärwicklung F4 durch periodisches Takten des vierten Schalters S4. Diese Schaltung hat den Vorteil, daß jeweils auf der getakteten Transformatorseite keine Diode im Stromkreis ist, die die Verlustleistung erhöht.

Wie im Prinzipschaltbild nach Fig. 1 werden nicht benötigte Schalter geöffnet. Für den Fachmann ist es selbstverständlich, daß an einem Anschluß miteinander verbundene einpolige Schalter durch einen Umschalter — gegebenenfalls mit einer dritten neutralen Stellung — ersetzt werden können. Gleichwirkende Schalter können auch an einer anderen Stelle des Stromkreises angeordnet werden.

Besonders einfach wird die Schaltungsanordnung, wenn eine mit einer Gleichspannungskomponente versehene Wechselspannung erzeugt werden soll, die zwischen einem Bezugspotential U_b und einem Maximalwert schwanken kann.

Die in Fig. 4 dargestellte geeignete Schaltungsanordnung enthält eine mit der Primärwicklung W1 in Reihe liegende an die Spannungsquelle in Sperrichtung angeschaltete Diode D3, die durch den ersten Schalter S1 periodisch überbrückt wird, wenn der Ladekondensator C geladen werden soll.

Außerdem ist nur eine Sekundärwicklung W2 vorgesehen, die über eine ebenfalls in Sperrichtung liegende Diode D2 an den Ladekondensator C angeschaltet ist, der auf einem beliebigen Bezugspotential U_b liegen kann.

Bei Umkehrung der Wirkungsrichtung des Sperrumrichters wird durch den zweiten Schalter S2 die Diode D2 periodisch überbrückt und die induzierte Energie über die Primärwicklung W1 bei geöffnetem Schalter S1 rückgespeist.

In Fig. 5 ist ein Blockschaltbild der Schaltungsanordnung nach Fig. 1 dargestellt. Die Schalter S1 bis S4 sind durch MOS-Transistoren realisiert. Außerdem ist eine erste Diode D1 in Reihe mit der ersten Wicklung vorgesehen, um Störungen durch eine parasitäre Diode des MOS-Transistors zu vermeiden. An die Spannungsausgänge A1, A2 der Schaltungsanordnung ist ein Spannungsteiler mit drei in Reihe geschalteten Widerständen R1 bis R3 angeordnet, dessen Abgriffe mit einem Komparator K verbunden sind. Dieser gibt an seinen Ausgängen Steuerkriterien SK über die Polarität und das Vergleichsergebnis mit einer Referenzspannung U_{ref} an eine Steuerung ST ab. Dieser wird über einen Takteingang E2 ein Schalttaktsignal T1 (z. B. 128 kHz) zugeführt, dessen Impulsweite in Abhängigkeit von den Steuerkriterien SK des Komparators K geregelt wird. Die Impulsbreitenregelung ist jedem Fachmann geläufig und braucht deshalb hier nicht mehr erläutert werden.

den. Ebenso kann mit geringem Aufwand eine Zweipunktregelung realisiert werden, d. h. der Schaltumrichter arbeitet bei einem Impuls des Schalttaktsignals oder er arbeitet nicht. Außerdem werden durch die Steuerung ST alle nicht für die Umrichtung benötigten Schalter geöffnet.

In diesem Beispiel wird dem Komparator K über einen Vergleichseingang E1 die Referenzspannung u_{ref} — eine sinusförmige Wechselspannung von 25 oder 50 Hz — zugeführt. Diese kann aber auch im Komparator erzeugt werden oder aus einem digitalen Speicher abgerufen werden. Der Vergleich zwischen der Ausgangsspannung und der Referenzspannung kann hierbei digital oder analog erfolgen.

Durch Messung des Ausgangsstromes kann auch eine Stromregelung erfolgen.

Fig. 6 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Schaltungsanordnung. Der Komparator enthält vier Einzelkomparatoren, deren Ausgänge mit der aus NAND-Gattern aufgebauten Steuerung ST verbunden sind.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zur Erzeugung einer Wechselspannung (u_a),
dadurch gekennzeichnet,
daß ein Schaltumrichter (TR, S1 bis S4, D2 bis D4, C) mit einem Transformator (TR) und einem Ladekondensator (C) vorgesehen ist und
daß Schalter (S1 bis S4; SS1 bis SS4) vorgesehen sind mit der die Wirkungsrichtung des Schaltumrichters umkehrbar ist,
und daß eine Steuerung (ST) vorgesehen ist,
die durch Steuerung der Schalter (S1 bis S4; SS1, SS2) die Auf- und Entladung des Ladekondensators (C) steuert.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Schalter (SS1, SS2, S2, S4) vorgesehen sind, die die Polarität der sekundärseitig und primärseitig induzierten Spannung umpolen.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß ein Transformator (TR) mit einer ersten Primärwicklung (W1) und einer zweiten Primärwicklung (W3) sowie einer ersten Sekundärwicklung (W2) und einer zweiten Sekundärwicklung (W4) vorgesehen ist,
daß die erste Reihenschaltung der ersten Primärwicklung (W1) und eines getakteten ersten Schalters (S1) an eine Eingangsspannung (U_e) angeschlossen ist,
daß eine zweite Reihenschaltung der zweiten Primärwicklung (W3), die einen entgegengesetzten Wicklungssinn aufweist, eines dritten Schalters (S3) und einer in Sperrichtung geschalteten Diode (D3) parallel zu der ersten Reihenschaltung angeordnet ist,
daß eine dritte Reihenschaltung der ersten Sekundärwicklung (W2) eines getakteten zweiten Schalters (S2) und eines zweiten Gleichrichters (D2) an den Ladekondensator (C) angeschaltet ist und
daß hierzu parallel eine vierte Reihenschaltung der zweiten Sekundärwicklung (W4), die einen entgegengesetzten Wicklungssinn aufweist, eines getakteten vierten Schalters (S4) und eines vierten Gleichrichters (D4) mit entgegengesetzter Durchlaßrichtung an den Ladekondensator (C) ange-

schlossen ist.

4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
daß ein Transformator (TR) mit einer ersten Primärwicklung (W1) und einer zweiten Primärwicklung (W3) mit entgegengesetztem Wicklungssinn und einer Sekundärwicklung (W2) vorgesehen ist,
daß jeweils eine Primärwicklung (W1, W3) über jeweils einen getakteten Schalter (S1, S3) an die Spannungsquelle (U_e) direkt anschaltbar ist oder jeweils über einen weiteren Schalter (SS1, SS2) und einen in Sperrichtung geschalteten Gleichrichter (D3) an die Spannungsquelle (U_e) anschaltbar ist,
daß die Sekundärwicklung (W2) durch einen Schalter (S2, S4) jeweils über einen von zwei antiparallel geschalteten Gleichrichtern (D2, D4) an den Ladekondensator (C) anschaltbar ist.

5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
daß ein Transformator (TR) mit einer Primärwicklung (W1) und zwei Sekundärwicklungen (W2, W4) vorgesehen ist,
daß die Primärwicklung (W1) mit einem in Sperrichtung geschalteten Gleichrichter (D3) eine Reihenschaltung bildet, die an die Spannungsquelle (U_e) angeschaltet ist,
daß ein getakteter erster Schalter (S1) vorgesehen ist, durch den der Gleichrichter (D3) periodisch überbrückbar ist,
daß die erste Sekundärwicklung (W2) über einen zweiten Gleichrichter (D2) und einen weiteren Schalter (SS2) oder über einen getakteten zweiten Schalter (S2) an den Ladekondensator (C) anschaltbar ist,
und daß in derselben Weise die zweite Sekundärwicklung (W4) über einen entgegengesetzt gepolten Gleichrichter (D4) und einen weiteren Schalter (SS4) oder über einen vierten getakteten Schalter (S4) an den Ladekondensator (C) anschaltbar ist.

6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß zur Erzeugung einer einen Gleichspannungsanteil enthaltenden Wechselspannung (u_a), die gegenüber einem Bezugspotential (U_b) nur ein positives oder nur ein negatives Potential aufweist, eine Primärwicklung (W1) und eine Sekundärwicklung (W2) vorgesehen sind,
daß die Primärwicklung (W1) mit einem in Sperrichtung geschalteten dritten Gleichrichter (D3) an die Versorgungsspannung (U_e) angeschaltet ist, wobei der Gleichrichter (D3) von einem getakteten ersten Schalter (S1) überbrückbar ist,
und daß die Sekundärwicklung (W2) mit einem in Sperrichtung geschalteten Gleichrichter (D2) an einen Ladekondensator (C) angeschaltet wird, und daß der Gleichrichter (D3) von einem getakteten zweiten Schalter (S2) überbrückbar ist.

7. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Schaltumrichter Sperrumrichter vorgesehen ist.

8. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie zur Erzeugung von Ruf- und Zählwechselspannungen in Geräten der Fernmeldetechnik verwendet wird.

FIG 1

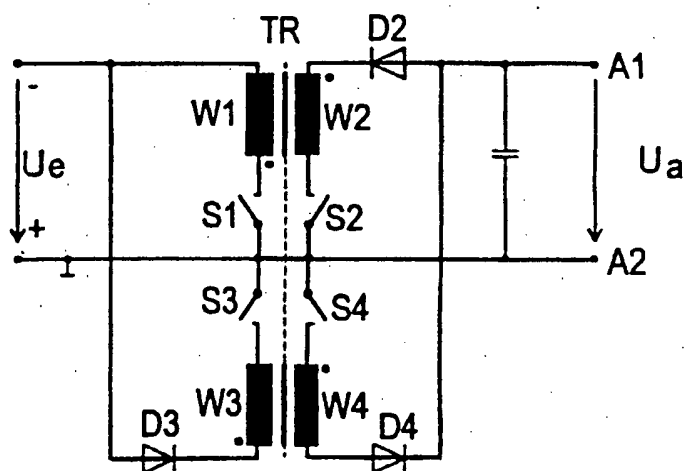


FIG 2

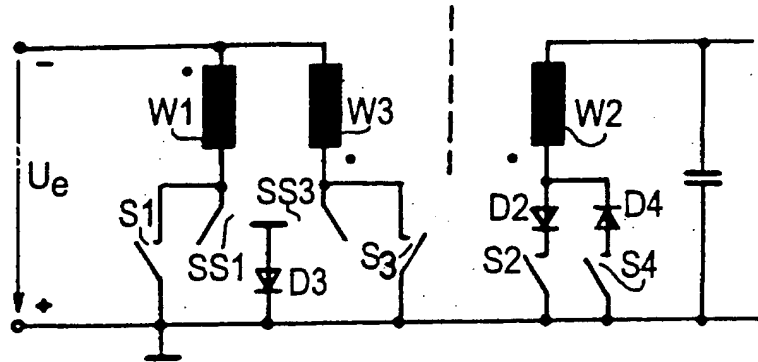


FIG 3

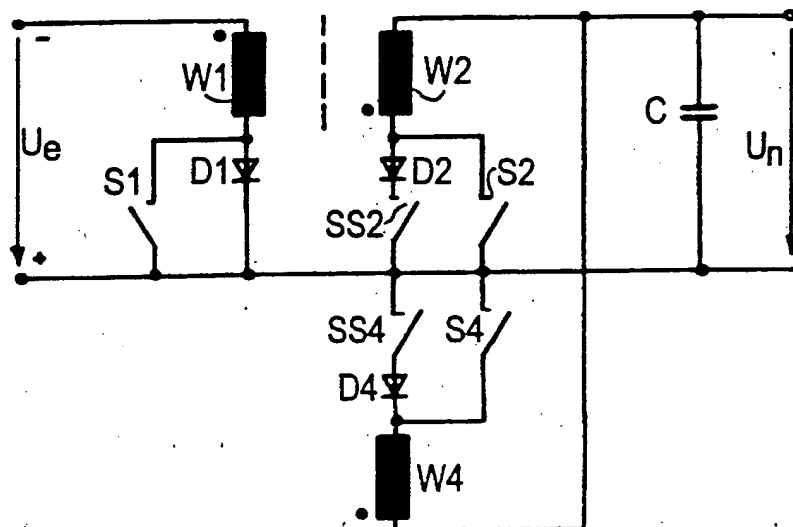


FIG 4

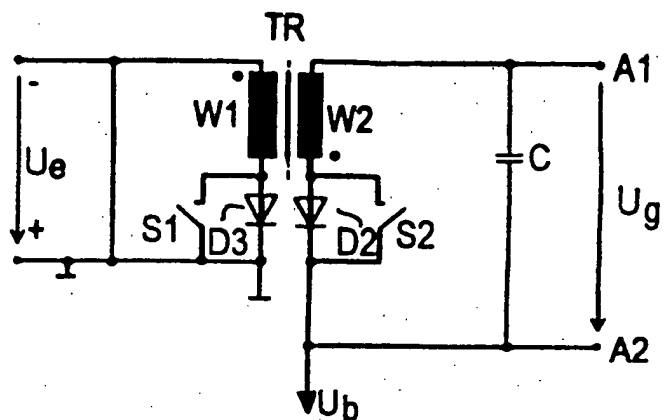
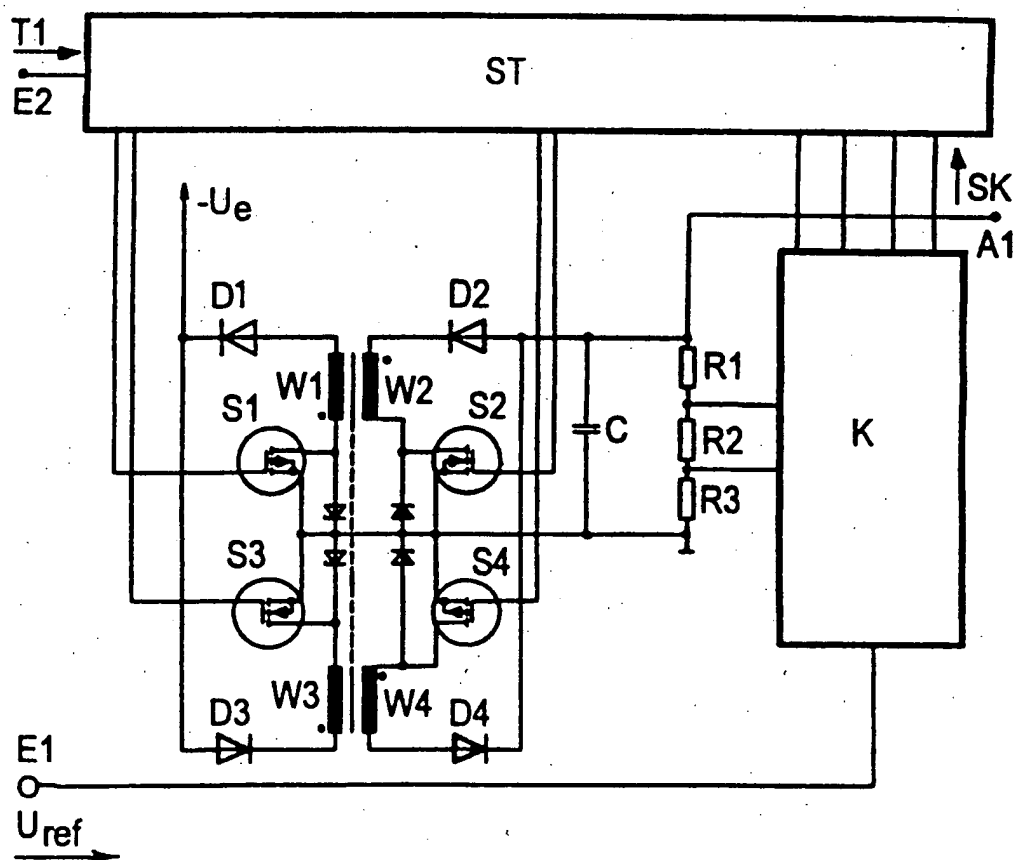


FIG 5



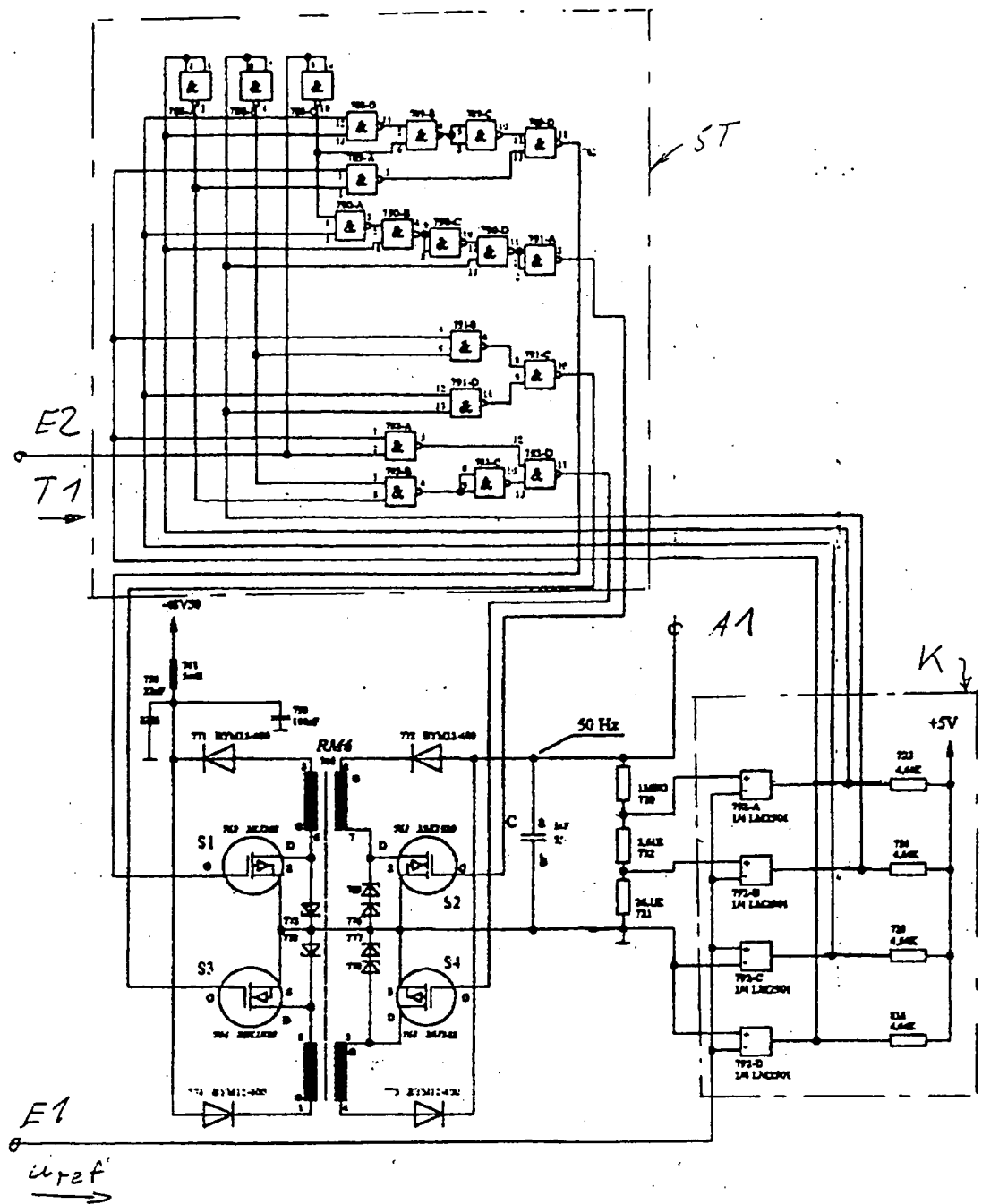


Fig. 6